

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΝΑΝΟΥΨΑΝΣΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΥΔΡΟΦΟΒΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΩΝ, ΧΑΡΤΙΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Π. Δημητρακέλλης*, Ε. Γογγολίδης

Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών
«Δημόκριτος», Αθήνα, Ελλάδα

(*p.dimitrakellis@inn.demokritos.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι υπερυδροφώβες επιφάνειες παρουσιάζουν έντονο τεχνολογικό ενδιαφέρον λόγω των πολλαπλών ιδιοτήτων – εφαρμογών όπως σε αυτο-καθαριζόμενες και αντιμικροβιακές επιφάνειες και επιφάνειες που παρουσιάζουν εξαιρετικά χαμηλή τριβή σε επαφή με ένα ρευστό. Ως υπερυδροφώβες χαρακτηρίζονται οι επιφάνειες οι οποίες παρουσιάζουν υψηλή γωνία επαφής με το νερό (>150°) και χαμηλή γωνία υστέρησης (<10°). Οι περισσότερες εργασίες στον τομέα αυτό επικεντρώνονται στον έλεγχο της επιφανειακής τοπογραφίας στη μικρο- και νανο-κλίμακα με σκοπό τη ‘μίμηση’ της ιεραρχικής δομής του φύλλου του λωτού. Η επιφανειακή κατεργασία με πλάσμα θεωρείται από τις πιο σημαντικές τεχνικές κατασκευής υπερυδροφώβων επιφανειών καθώς αποτελεί μια φιλική προς το περιβάλλον τεχνική. Όσον αφορά πολυμερικά υλικά, συνήθως χρησιμοποιείται εγχάραξη με πλάσμα χαμηλής πίεσης σε χημεία πλούσια σε οξυγόνο σε συνδυασμό με κατάλληλη μάσκα εγχάραξης με σκοπό την δημιουργία δομών υψηλού λόγου ασυμμετρίας. Ωστόσο, οι διεργασίες πλάσματος χαμηλής πίεσης απαιτούν κοστοβόρα συστήματα κενού με αποτέλεσμα το ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον σε διεργασίες πλάσματος ατμοσφαιρικής πίεσης που, όχι μόνο απαιτούν οικονομικότερα συστήματα, αλλά είναι και κατάλληλα για εφαρμογή σε ήδη υπάρχουσες βιομηχανικές γραμμές παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, δεν είναι απόλυτα ξεκάθαρο το πώς μπορεί να δημιουργηθεί ταυτόχρονα κατάλληλη επιφανειακή ενέργεια και ιεραρχική τοπογραφία με χρήση πλάσματος ατμοσφαιρικής πίεσης.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε καινοτόμες μεθόδους νανοΨάψης πολυμερικών και σύνθετων υλικών με σκοπό τη δημιουργία της μικρο- και νανο-δομής η οποία σε συνδυασμό με ένα λεπτό υμένιο χαμηλής επιφανειακής ενέργειας οδηγεί σε ιδιότητες υπερυδροφοβικότητας. Η νανοΨάψη βασίζεται στην ταχεία εγχάραξη οργανικής ύλης με πλάσμα ηλίου – οξυγόνου σε ατμοσφαιρική πίεση. Στην πρώτη προσέγγιση που αφορά στην υπερυδροφοβοποίηση επίπεδων και ομοιογενών πολυμερικών υλικών όπως πολυμεθυλο-μεθακρυλικών φύλλων (PMMA), επιστρατεύεται η τεχνική της κολλοειδούς λιθογραφίας (colloidal lithography) στην οποία σφαιρικά νανοσωματίδια πολυστυρενίου επιστρώνονται στο πολυμερικό φύλλο και κατόπιν εγχάραξης με ατμοσφαιρικό πλάσμα δημιουργείται ιεραρχική δομή ^[1]. Στην περίπτωση χάρτινων υποστρωμάτων η συνύπαρξη ινών κυτταρίνης και ανόργανων προσθέτων έχει ως αποτέλεσμα την επιλεκτική εγχάραξη του οργανικού υλικού με ατμοσφαιρικό πλάσμα χημείας πλούσιας σε οξυγόνο και την σταδιακή ενίσχυση της επιφανειακής τοπογραφίας στη μικρο- και νανο-κλίμακα ^[2]. Τέλος, αντίστοιχη μεθοδολογία χρησιμοποιείται και στην περίπτωση (νανο)σύνθετων υλικών με την δημιουργία κατάλληλης τοπογραφίας κατόπιν εγχάραξης – απομάκρυνσης της πολυμερικής μήτρας επιφανειακά και σταδιακής εμφάνισης των νανοεγκλεισμάτων ^[3]. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, η εναπόθεση ενός λεπτού φθορανθρακικού υμενίου (Teflon-like film) πραγματοποιείται σε αντιδραστήρα πλάσματος χαμηλής πίεσης και εξασφαλίζει την χαμηλή επιφανειακή ενέργεια. Αποτέλεσμα της μεθοδολογίας αυτής είναι η κατασκευή υπερυδροφώβων επιφανειών με υψηλή γωνία επαφής (~156°) και χαμηλή γωνία υστέρησης (<8°).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Dimitrakellis P, Gogolides E. (2018). *Microelectronic Engineering* 194:109–15.
- [2] Dimitrakellis P, Travlos A, Psycharis VP, Gogolides E. (2017) *Plasma Processes and Polymers*, 14.
- [3] Dimitrakellis P, Patsidis A C, Smyrnakis A, Psarras G C, Gogolides E, *submitted for publication*